研究開発 Research and Development

高層ビル向けエレベーター用"ロープ制振装置"

Passive Rope-sway Control Device for Elevators in High-rise Buildings

高層ビルは、強風や長周期地震動によって揺れやすい傾向がある。建物揺れの周波数とロープの共振周波数が近いと、ロープに大きな揺れが発生し、安全性の観点から、エレベーターの運行を制限する場合がある。したがって、エレベーターを安定して運行継続するために、建物揺れに起因するロープの揺れを抑制する制振技術が重要になる。

今回,ロープ端末部で負剛性の力を作用させる新しい "ロープ制振装置"を開発した。負剛性とは、通常のばねとは逆に、ばねの変位と同方向に力を加える機械要素である。この装置では、ロープを挟み込むように対向して永久磁石を配置することで負剛性を実現している。この負剛性によって、ロープ端末部の揺れ幅を大きくすることで、ロープ端末部が自由に動ける状態に近づける。片端が自由であるロープは両端が固定されたロープと比べて共振周波数が低いので、建物揺れとロープが共振しにくくなり、ロープの揺れを大幅に抑制できる。当社のエレベーター試験塔(高

さ173m)で行ったロープ加振試験では,"ロープ制振装置"がない場合と比較して,ロープの揺れ幅を55%以上抑制できることを確認している。

今回開発した"ロープ制振装置"によって、ロープの揺れによるエレベーターの運行休止頻度を低減することで安定運行を実現し、利用者の利便性向上に貢献する。



エレベーター用ロープ制振技術

青空を模擬するライティング技術

Lighting Technology Mimicking Blue Skies

薄型青空パネルとフレームを組み合わせた厚さ100mm 以下の独自の照明構造で、室内で奥行き感のある自然な青 空を再現する"青空を模擬するライティング技術"を開発した。

青空の生成原理であるレイリー散乱(*1)を発生させる光 散乱体の側面からLED光を導光させ、散乱光を青空とし て表現するエッジライト方式によって、薄型化を実現した。 厚みは、通常の照明器具と同程度であり、設置スペースを 問わず、様々な用途に幅広く適用が可能である。

また、青空パネルの周囲に配置したフレームによって日なた光を生成することで太陽光が差し込む様子を表現した。 これら青空パネルとフレームの組合せによって、奥行き感のある自然な青空を再現している。

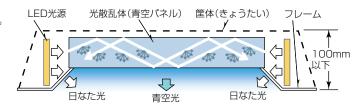


青空を模擬するライティング技術の試作品

さらに、色の異なるLED光源の発光量を時間的に変化させることで、昼間の青空だけでなく朝焼けや夕焼けなどのときの移ろいを感じさせる色変化を可能にした。

この開発によって、通常のLED照明器具では実現できなかった、自然かつ開放感あふれる室内空間を提供できる。今後、窓のない部屋や地下などの閉鎖的な空間への適用を検討し、オフィスや公共施設などの快適性向上に貢献する。

*1 波長の短い青い光が波長の長い赤い光よりも強く散乱される 現象。これによって昼間の空が青く見える。



試作品の構造(断面図)



適用イメージ

"いつもと違う"を見つける行動分析AI

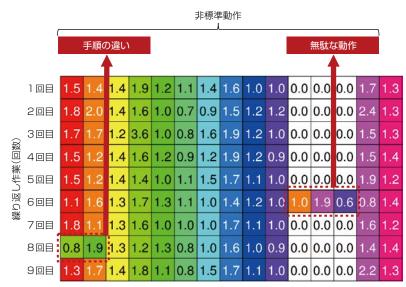
Behavioral-analysis Al for Anomaly Detection in Human Movements

AI(Artificial Intelligence)技術や各種センサの進化とともに、生産現場での生産性改善に向けた行動分析技術が提案されてきている。多くの行動分析AI技術で用いられている教師あり学習では、人手による教師データ作成や機械学習等の事前準備が必要であり、現場導入の際に課題となることがあった。

今回開発した技術では、部品の取付けやね じ締めなどの同じ順序で繰り返される動作要 素に着目し、各動作の計測データから共通性 を見つけることで、事前の機械学習を必要と せずに各動作要素の境界を正確に推定でき る。この処理では、動作要素ごとの動きの波 形を抽出し、計測データとの比較を繰り返す ことで動作要素(色別表示)の境界を更新して 決定する。推定した複数の動作要素を整列させ、 標準動作パターンを自動的に決定し、分析対 象となる計測データの動作パターンと標準動 作パターンを比較することで、非標準動作を 自動検出する。

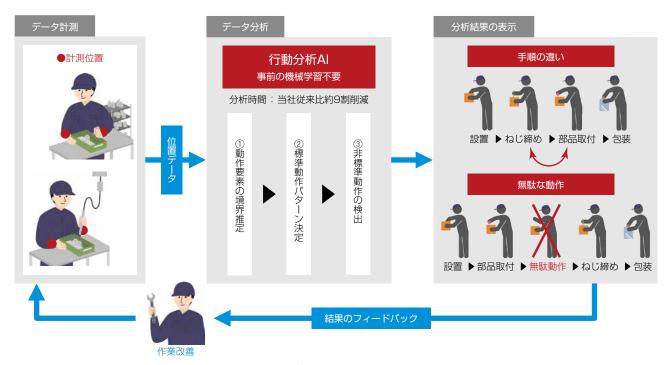
社内工場での検証例では、計測終了から分析結果のフィードバック開始までの工程を10分

以内で完了した。一般的なビデオ分析による作業分析では、この工程に数時間を要するため、約9割の時間削減が可能なことを確認した。作業支援ツールとしての利用によって、一人ひとりに合わせた作業改善や効率化を実現し、生産性向上に貢献できる。



色:動作要素の種類,値:動作要素の秒数

分析結果例



全体処理の流れ

研究開発 Research and Development

電気自動車のバッテリーを活用するエネルギーマネジメント技術

New Energy-management Technology Using Electric Vehicles as Storage Batteries

近年普及しつつある電気自動車(EV)に搭載されたバッ テリーを建物の電源の一部として活用し、予定外のEV運 行時にも充放電スケジュールを逐次補正することで、 建物 の電力コストを低減する需要家向けエネルギーマネジメン ト技術を開発した。

(1) 最適制御計画策定技術

契約電力量・電気料金単価・電力需要予測・EVの 使用予定などを入力し、電源設備の運転計画やEVの 充放電スケジュールを最適化する。これによって、電 力系統からの購入電力のピークカットやピークシフト を実現して、建物の電力コストを低減する。

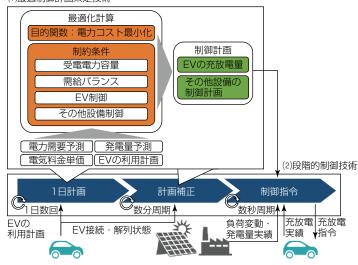
(2) 段階的制御技術

需要や発電量予測に基づいて1日数回実施する24 時間先までの"1日計画",系統からの購入電力,発電 実績、EVの接続・解列状態や充放電実績を監視して、 数分周期で実施する数時間先までの"計画補正",数秒 周期で実施する"制御指令"を組み合わせ、運用計画や 充放電計画を逐次策定する。これによって、EVの運 行や蓄電残量が予定外となった場合でも、電力コスト

の増加を抑制する。

EVの普及が見込まれる中国の常熟市で、この技術を搭 載したシステムによるフィールド実証を2018年11月から 実施中である。

(1)最適制御計画策定技術



電気自動車のバッテリーを活用するエネルギーマネジメント技術

準天頂衛星システムによる高精度衛星測位技術

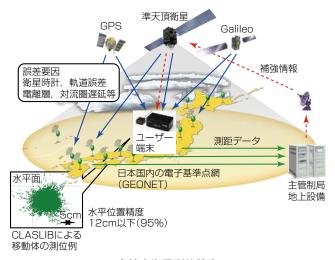
Highly Accurate Satellite Positioning via Quasi-Zenith Satellite System

GPS(Global Positioning System) (米国) やGalileo(欧州) 等の測位衛星に対する準天頂衛星システムを利用した測位 補強技術を開発し、2018年11月1日からセンチメータ級 測位補強サービス(CLAS)として正式に運用開始された。

測位衛星による測距データには、衛星時計や軌道誤差、 電離層、対流圏遅延等の各種誤差が含まれている。CLAS では、国土地理院が日本全国に整備した約1.300点で構成 される電子基準点網(GEONET)からの測距データを用い て、各種誤差要因を補正するデータを補強情報としてリア ルタイム生成し、準天頂衛星経由で配信される。この補強 情報をユーザー端末で受信して補正処理を行って測位する。 サービス開始以降、全国の評価地点での測位精度が要求仕 様(静止体で6cm/12cm, 移動体で12cm/24cm(水平/ 垂直の位置精度、オープンスカイでの95%統計値))を満 たすことが確認されている。またユーザー端末への参照実 装としてのCLASテストライブラリ(CLASLIB)も公開さ れ、CLASの普及促進を図っている。

2023年度を目途に、準天頂衛星システムは現在の4機

体制から7機体制に拡張され、欧米の測位衛星に依存しな い持続測位が可能になる。CLASは農機や建機、自動車の 自動運転等への応用が期待されており、高精度測位社会の 実現に貢献する。



高精度衛星測位技術

ハイブリッド車用超小型パワーユニット

Super-compact Power Units for Hybrid Electric Vehicles

フルSiC(シリコンカーバイド)パワー半導体モジュールと高密度実装技術の適用によって、出力容量400kVA機種で、世界最小の体積2.7Lと世界最高の電力密度150kVA/Lを実現した"ハイブリッド車用超小型パワーユニット"を開発した(*2)。

自動車市場で普及が進むハイブリッド車や電気自動車では、電動化コンポーネントの設置空間を確保するためにパワーユニットの小型化が要求されている。パワーユニットは、大きく分けて主にパワーモジュール、リアクトル、コンデンサの三つから構成される。

制御基板の絶縁コーティングによる部品実装の高密度化とモジュールの配線構造の改良によって、同出力の従来機に比べて、制御基板を含めたパワーモジュールの体積を3分の1に小型化した。また、スイッチング損失の少ないSiC素子を用いたコンバータの高周波駆動化によって、受動部品であるリアクトルやコンデンサの体積を従来の2分の1に小型化した。

熱損失を効率良く冷却系に伝達する高放熱構造の採用と 合わせることで、超小型・高電力密度のパワーユニットを

実現した。

*2 2019年2月13日現在, 当社調べ。2モータ方式ハイブリッド 車に対応した二つのインバータと一つのコンバータ構成のパ ワーユニットで。



ハイブリッド車用超小型パワーユニット



パワーユニットの小型化

運転者サポートHMI技術 – 気が利く通知・自然なナビゲート –

HMI for Driver Support - Smart Notification and Natural Navigation -

先進運転支援システムによる周囲の危険物情報や音声 HMI(Human Machine Interface) 搭載カーナビゲーションシステムによる音声案内等,運転者への通知の回数が増大している。それらはシステムから運転者への一方的な通知である。例えば,危険物情報は運転者が気付いていても通知され,煩わしく感じられたり,複雑な経路案内を運転者が聞き返したくても聞き返せずに経路を誤るといった問題があった。このため,必要な情報を運転者に効果的に通知する技術が求められている。それに応えるために,次に述べる二つのHMI技術を開発した。

- (1) 気が利く通知(図1): DMS(Driver Monitoring System) で運転者の顔向きを認識し、向いていない方向の車両や 歩行者等についてLEDと音で注意喚起する。これによって、運転者が見落としている場合だけ危険を通知し、煩わしさを低減する。
- (2) 自然なナビゲート(図2):アレーマイクから得られる 音声とDMSで得られる運転者の口の開きを併せること で発話を高精度に検知し、発話ボタンやトリガーワード が不要な音声対話を実現する。これによって、運転者の "ここを左?"等経路に関する質問に即時応答でき、より

迷いにくい音声経路案内を可能にする。

今後,多種多様な危険に応じた通知方法や経路案内での対話技術の高度化を進め、2021年以降の実用化を目指す。



左から接近中の自動車と 右から接近中の歩行者を 車外カメラで検知



運転者が左側を向いている場合には、 認識済みの左側自動車には最低限の 通知をし、気付いていない右側歩行者 に注意喚起

図1. "気が利く通知"のイメージ



アレーマイクとDMSによって運転者の発話を高精度に検知し、発話ボタンやトリガーワードを使わず即時応答可能

図2. "自然なナビゲート"のイメージ

研究開発 Research and Development

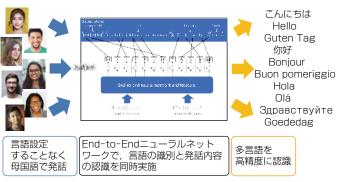
シームレス音声認識技術

Seamless Multilingual Speech Recognition Technology

音声認識システムは、スマートフォンやカーナビゲーションシステムなどに搭載され、音声による情報探索や機器の操作が可能になっているが、従来の音声認識システムは、言語ごとに開発されているため、ユーザーは使用する言語を始めに選択する必要があった。又は、認識を行う前に言語を識別する手法もあったが、識別処理による遅延と、識別誤りや言語ごとの学習による認識精度の劣化が課題となっていた。

今回、当社AI技術"Maisart"を用いて、世界で初めて(*3) 不特定多数のユーザーが何語を話すか分からない状況でも 高精度な音声認識を実現する"シームレス音声認識技術"を 開発した。入出力のサンプルデータだけで学習するEndto-End深層学習方式に当社独自の多言語同時学習方法を 採用することで、音声認識精度を向上させた。さらに、複 数の話者が同時に話し、音声が重なる状況にも対応した。 これによって、カーナビゲーションシステムで言語の設定が不要になる、空港施設で旅行者が母国語で経路検索ができるなど、様々なシーンで利便性の高い音声認識の実現に 貢献する。

*3 2019年2月13日現在, 当社調べ。



AIによる"シームレス多言語音声認識技術"のイメージ

大型製品の木枠梱包の設計技術

Design Technology of Wooden Frame Packing for Large Products

エレベーター等の大型製品は木枠梱包(こんぽう)(図1左)で輸送しており、近年、環境配慮設計及び梱包コスト低減から木材削減が求められている。

従来は木枠梱包の強度計算(図1 右)に簡易モデルを使用していた。 簡易モデルでは、柱と梁(はり)の 釘(くぎ)締結部が変形しない面接 合となっており、結合部の剛性が過 剰に表現されていた。このため、釘 締結部は荷役時の荷重を受け持たず、 支点となるフォークリフトのフォー クに荷重が集中していた。この結果、 最大応力値は実測値の1.5倍になっ ており、木材を必要以上に使用し て過剰な強度を確保していた。

最大応力値を実測値に近づけるには、実物と同様に 釘締結部も荷重を受け持つようにする必要がある。こ れには、釘締結部を点接合にして、点を中心とした回 転変形と並進変形に対応した接点要素モデルを構築す る必要があった。そこで、釘締結部を模擬した試作品 で圧縮試験を行い、取得した荷重-変位曲線から接点 要素モデルに必要な回転剛性値と並進剛性値を導出し た(図2)。これによって、最大応力値の実測と計算の 差を、従来の1.5倍から1.1倍に改善した。

計算精度の改善によって、過剰な柱や梁を省くことができ、代表的な木枠梱包の木材使用量で約10%削減した。

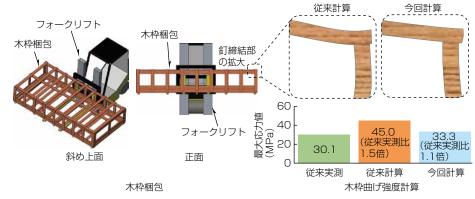


図1. 木枠梱包と木枠曲げ強度計算

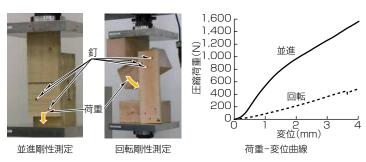


図2. 釘締結部の圧縮試験